



10/520930
PCT/EP 03/03085
Rec'd PCT/PTO 07 JAN 2005

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT
A-1014 WIEN, KOHLMARKT 8 - 10

EPO - DG 1

30. 07. 2003

(55)

Kanzleigebühr € 16,00
Schriftengebühr € 65,00

REC'D 28 AUG 2003
WIPO EPO

Aktenzeichen **A 1018/2002**

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**Dipl.-Ing. Mag. Wolfgang WESNER
in A-1050 Wien, Ramperstorffergasse 49/4,**

am **8. Juli 2002** eine Patentanmeldung betreffend

"Diamantelektrode und Verfahren zu ihrer Herstellung",

überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung samt Zeichnung mit der ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten Beschreibung samt Zeichnung übereinstimmt.

Es wurde beantragt, Dipl.-Ing. Mag. Wolfgang WESNER in Wien, als Erfinder zu nennen.

Österreichisches Patentamt

Wien, am 26. März 2003

Der Präsident:



HRNCIR
Fachoberinspektor

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

5 DIAMANTELEKTRODE UND VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG

10 Die Erfindung betrifft eine Diamantelektrode mit synthetisch hergestellten und leitfähigen (dotierten) Diamanten sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

Diamantelektroden zeichnen sich durch ihre hohe Überspannung für Sauerstoff und Wasserstoff aus und sind daher für eine Vielzahl von Oxidationsprozessen in wässriger Lösung besonders geeignet. Mögliche und besonders interessante Anwendungen wären daher im Bereich der Trinkwasseraufbereitung (Desinfektion) und der Wasseraufbereitung durch anodische Oxidation.

20 Derzeit werden Diamantelektroden durch ein direktes Erzeugen von Bor-dotierten Diamantschichten auf Substratmaterialen, insbesondere durch CVD (Chemical Vapor Deposition) – Prozesse hergestellt. Die bekannten Techniken unterscheiden sich untereinander vor allem durch die Art der Energieeinbringung. Bei der sogenannten Hot – Filament– Technologie werden Wolframdrähte in einem Gasgemisch von Wasserstoff, einer Kohlstoff – und einer Borquelle über einem Substrat geheizt. Dabei ist der Einsatz unterschiedlicher Substrate möglich, welche sich im CVD Prozess vor allem durch ihre unterschiedliche Kohlenstofflöslichkeit unterscheiden.

Inert sind praktisch nur Kupfer und Gold. Titan, Zirkon, Hafnium, Niob, Tantal, Chrom, Molybdän, Wolfram und Silizium bilden bei der Beschichtung Carbidschichten aus, welche materialspezifisch eine gewisse Dicke erreichen müssen (Si einige nm, Ti einige µm) bis es zur Keimbildung und damit Diamantabscheidung kommt. Noch längere Vorlaufzeiten bei der CVD-Abscheidung treten bei Kohlenstoff lösenden Substraten wie Eisen, Kobalt, Nickel, Platin und

Palladium auf. Gleichzeitig kommt es bei der Beschichtung zu Reaktionen mit atomarem Wasserstoff und Kohlenstoff wobei Carbidzwischenschichten entstehen (SiO_2 , ZrO_2). Aus diesen Gründen sind nicht alle Metalle im gleichen Ausmaß einer Beschichtung zugänglich.

5 Bei der Anwendung als Elektroden hat sich ferner herausgestellt, dass verschiedene Trägermaterialien, die als Anode geschalten eine geringe Sauerstoffüberspannung aufweisen, eine zu geringe Lebensdauer haben. Entstehen in der Diamantschicht feine Risse, so bildet sich sofort Elektrolysesauerstoff, welcher die Ablösung der

10 Diamantschicht verursacht.

Mit Mikrowellenplasma (MPCVD) erzeugte Bor-dotierte Diamantschichten können auch ohne Substrat hergestellt werden, sodass reine Diamantenelektroden in sehr hoher Qualität herstellbar sind. Um eine gewisse mechanische Stabilität sicher zu stellen, sind derartige Elektroden in relativer großer Schichtdicke zu erzeugen, was sehr hohe Produktionskosten verursacht und eine wirtschaftliche Verwendung dieser Technologie verhindert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, Diamantelektroden und ein Verfahren zur Herstellung von Diamantelektroden zur Verfügung zu stellen bzw. zu entwickeln, welche es ermöglichen, mit wirtschaftlich vertretbaren Aufwand und demnach auf kostengünstige Weise Diamantelektroden herstellen zu können. Somit soll erstmalig ein wirtschaftlicher Einsatz von Diamantelektroden in einer Vielzahl von Oxidationsprozessen in wässriger Lösung möglich sein. Insbesondere sollen entsprechend großflächige Elektroden herstellbar sein, die sich vor allem für die Trinkwasseraufbereitung oder die Abwasseraufbereitung eignen.

Diese Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäß ausgeführte Diamantelektrode gelöst, welche in die Oberfläche einer Metall- oder Metalllegierungsschicht eingebettete Diamantpartikel aufweist, die eine leitfähige Verbindung zum Metall bzw. der Metalllegierung herstellen.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Diamantelektroden wird ein Pulver aus dotierten, synthetisch hergestellten Diamanten zumindest in die

Oberfläche eines Metalls oder einer Metalllegierung derart eingebettet, dass eine leitfähige Verbindung zwischen dem Metall bzw. der Metalllegierung und den Diamantpartikeln entsteht.

5 Die Erfindung beruht also darauf, industriell und somit vergleichsweise kostengünstig hergestelltes Diamantpulver als Ausgangsmaterial zu verwenden und mit einem Metall bzw. einer Metalllegierung unter Entstehen einer leitfähigen Verbindung zwischen dem Metall und den Diamantpartikeln zu einer Diamantelektrode zu verbinden. Es ist bekannt, industriell hergestelltes

10 Diamantpulver für diverse Anwendungszwecke, beispielsweise für Schleifpasten, zu verwenden. Dieses Diamantpulver kann auch in dotierter Form nach einem der üblichen Verfahren, etwa durch Hochdruck-, Hochtemperaturverfahren mit Metallkatalysatoren hergestellt werden. Bei diesen Herstellungstechniken kann das Diamantpulver durch Einbringen von Bor im Produktionsprozess leitfähig gemacht

15 werden.

Bei einer erfindungsgemäß ausgeführten Elektrode sind die an der Oberfläche der Elektrode zwischen den Diamantpartikeln verbleibenden Stellen mit einer nicht leitenden Oxidschicht versehen und derart passiviert. Damit ist sichergestellt, dass die Leitfähigkeit der Diamantpartikel höher ist als jene des Einbettungsmaterials und keine blanken Metalloberflächen mit der Elektrolytlösung reagieren können. Zusätzlich können diese Stellen mit einer Versiegelungsschicht, beispielsweise einer Silikatschicht, versehen sein.

20 25 Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Einbettungsschicht auf eine Schicht aus Trägermaterial aufgebracht, die insbesondere aus einem durch Oxide passivierten Metall besteht oder ein solches als Legierungsbestandteil oder Beschichtung aufweist. Es sind daher beispielsweise Titan oder Aluminium sowie Legierungen aus diesen Metallen geeignet. Wird für das Trägermaterial ein

30 mechanisch stabiles Material verwendet, so kann dieses auch zur Kontaktierung der Elektrode eingesetzt werden. Bei Ausführungen der Elektrode mit einer beidseitigen Beschichtung der Trägerschicht, oder wenn die Rückseite isoliert wird, können auch andere Materialien (Eisen, Stahl etc.), aber auch Nichtleiter, verwendet werden.

Die Einbettungsschicht besteht zumindest teilweise aus Elementen, die zur Ausbildung nicht leitender Oxide fähig sind. Es eignen sich daher unter Anderem Metalle oder Metalllegierungen aus der Gruppe Magnesium, Aluminium, Titan, Yttrium, Zirkon, Hafnium, Tantal, Vanadium und Zink.

5 Das in die Oberfläche der Einbettungsschicht eingebettete Diamantpulver ist insbesondere mit Bor oder Stickstoff dotiert und weist eine Korngröße in der Größenordnung von 1 bis 500 µm, insbesondere bis zu 200 µm, auf. Die Verwendung eines Diamantpulvers mit zumindest im Wesentlichen übereinstimmenden Korngrößen ist von Vorteil.

10 Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die zwischen den Diamantpartikeln frei bleibenden Metallflächen bzw. -stellen passiviert. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Leitfähigkeit der Diamantpartikeln größer ist als 15 jene des Einbettungsmaterials.

Es ist daher von Vorteil, wenn für die Einbettungsschicht Metalllegierungen verwendet werden, die zumindest teilweise aus zumindest einem zur Ausbildung nicht leitender Oxide fähigen Element besteht, wie Magnesium, Aluminium, Titan, 20 Yttrium, Zirkon, Hafnium, Tantal, Vanadium oder Zink.

Die Passivierung erfolgt insbesondere durch die Erzeugung einer Oxidschicht mittels anodischer oder chemischer Oxidation.

25 Dabei kann die anodische Oxidation durch Gleichstrom, gepulsten Gleichstrom oder Wechselstrom mit überwiegender anodischer Phasendauer durchgeführt wird. Am Einfachsten ist es, Gleichstrom zu verwenden. Gepulster Gleichstrom ermöglicht durch die Pausen, in denen Diffusion aber keine Reaktion stattfindet, eine verbesserte Anlieferung von Peroxidbildnern (Sulfat, Borat), und somit eine 30 vollständige Oxidation. Beim Einsatz von Wechselstrom wird die anodische Phase durch eine kurze kathodische Phase unterbrochen, wodurch es zur Zerstörung der Oxidationsmittel kommt. In der nächsten anodischen Phase werden diese neu gebildet. Dadurch kann verhindert werden, dass Oxidationsmittel tief in Poren eindringen, und eine zu tiefe Oxidation stattfindet. Es kann also eine definierte

Schichtdicke oxidiert werden ohne die darunter liegenden Schichten in Mitleidenschaft zu ziehen.

Zur Durchführung der anodischen Oxidation werden insbesondere wässrige

5 Lösungen verwendet, welche in Kombination Borat-, Sulfat-, Phosphat-, und Fluoridionen enthalten. Derart lassen sich besonders verschleiß- und korrosionsbeständige Schutzschichten bzw. Oxidationsschichten erzeugen.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante des Verfahrens werden die

10 Oxidationslösungen gepuffert. Dies verhindert, dass die Lösungen basisch werden und anstelle von Oxiden auch Hydroxide, die wasserlöslich sind, entstehen.

Die Poren der Oxidschicht können zusätzlich versiegelt werden. Dies erhöht die mechanische Festigkeit und verbessert die Isolationseigenschaften. Dabei kommt

15 insbesondere in Frage, die Oberfläche der Oxidschicht mit einem wässrigen Silikat nachzubehandeln, welches an kohlendioxidreicher Luft ausgehärtet wird.

Alternativ dazu lässt sich eine Versiegelung auch dadurch erreichen, dass die Oberfläche durch Eindringen von gelösten Metallsalzen mit oder ohne angelegtem

20 Potential, in eine Schicht mit keramischen Eigenschaften umgewandelt wird. Eine derartige Behandlung der Oberfläche kann auch vor einer Silikatbehandlung erfolgen. Dabei können in einem anschließenden Sinterprozess die keramischen Eigenschaften noch weiter verbessert werden. Der Begriff keramische

25 Eigenschaften bezieht sich auf die entstehenden stabilen Kristallstrukturen. Der Sinterprozess wird nach der Einbringung der zusätzlichen Metalle in der Oxidschicht ausgeführt, wobei das Material mehrere Stunden auf einer Temperatur um den Schmelzpunkt der eingesetzten Legierung gehalten wird. Die erhöhte Temperatur bewirkt eine Mobilität der Moleküle, welche die Ausbildung von stabileren Modifikationen ermöglicht. Die Dichte, die mechanische Festigkeit und die

30 thermische Stabilität der Schicht können so verbessert werden.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich Diamantpulver verschiedenster Korngröße und aus verschiedenen Erzeugungsprozessen zu Elektroden verarbeiten. Von besonderem Vorteil ist es dabei, leitfähiges oder

halbleitendes Diamantpulver zu verwenden, welches eine Korngröße von 1 bis 500 µm, insbesondere bis zu 200 µm aufweist. Die Dotierung wird vorzugsweise mit Bor oder Stickstoff durchgeführt.

- 5 Das Diamantpulver lässt sich in das leitfähige Einbettungsmaterial auf verschiedene Weisen einbringen. Ein kostengünstiges und herstellungstechnisch wenig aufwändiges Verfahren besteht dabei darin, als leitfähiges Material niedrigschmelzende Materialien, beispielsweise Magnesium oder eine Magnesiumlegierung, auf einem metallischen Trägermaterial mit einem höheren Schmelzpunkt aufzuschmelzen, anschließend das Diamantpulver auf das flüssige Metall aufzubringen und schließlich abzukühlen. In einer vereinfachten Technik kann auch direkt ein Gemenge aus einer pulverisiertem Magnesiumlegierung und dem Diamantpulver aufgeschmolzen werden.
- 10
- 15 Eine weitere, zur Herstellung erfindungsgemäß ausgeführter Elektroden gut geeignete Methode ist die galvanische Co-Abschneidung eines Metalls oder einer Metalllegierung mit Diamantpulver aus wässriger Lösung oder aus einer Salzschmelze, wobei das Diamantpulver durch Röhren oder dergleichen in Suspension gehalten wird und im abgeschiedenen Metall eingelagert wird.
- 20 Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nun anhand der Zeichnung, deren einzige Figur schematisch einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäß ausgeführte Elektrode darstellt, näher beschrieben.
- 25 Die in der Zeichnungsfigur gezeigte schematische Ausführungsform einer gemäß der Erfindung ausgeführten Elektrode 1 umfasst eine Schicht 2 aus einem Trägermaterial, eine metallische Einbettungsschicht 3 für Diamantpartikel 5, die nach außen die Schicht 3 überragen, sowie eine die Einbettungsschicht 3 zwischen den einzelnen Diamantpartikeln 5 passivierende und versiegelnde Oxidschicht 4.
- 30 Als Material für die Trägerschicht 2 wird insbesondere ein mechanisch entsprechend stabiles Material eingesetzt, welches bevorzugt auch zur Kontaktierung der Elektrode verwendet werden kann. Bei der gezeigten einseitigen Beschichtung des Trägermaterials wird vorzugsweise ein Material verwendet,

welches eine nicht leitende Oxidschicht ausbilden kann. Ein typisches und besonders geeignetes Material ist beispielsweise Titanblech. Die Einbettungsschicht 3 besteht aus einem oxidbildenden Metall oder einer oxidbildenden Metalllegierung. Besonders geeignet für die Einbettungsschicht sind insbesondere

- 5 Magnesiumlegierungen, aber auch Legierungen die zumindest teilweise aus Elementen bestehen, die zur Ausbildung nicht leitender Oxide befähigt sind, wie Aluminium, Titan, Yttrium, Zirkon, Hafnium, Tantal, Vanadium oder Zink. Die zwischen den teilweise eingebetteten Diamantpartikeln 5 vorgesehene und erforderliche Oxidschicht 4 kann mittels anodischer oder chemischer Oxidation der
- 10 Einbettungsschicht 3 erzeugt werden. Bei einer etwaigen mechanischen Verletzung der Elektrode ist diese Oxidschicht, anodisch gepolt, selbst regenerierend.

Zur Herstellung einer erfindungsgemäß aufgebauten Elektrode 1 wird ein leitfähiges Diamantpulver, beispielsweise ein mit Bor dotiertes Diamantpulver verwendet. Das 15 leitfähige Diamantpulver ist dabei nicht Gegenstand der Erfindung, hier kann auf industriell hergestelltes Diamantpulver zurück gegriffen werden. Zur Einbettung des Diamantpulvers in das leitfähige Material, zur Bildung der Einbettungsschicht 3 kommen verschiedene Verfahren in Frage.

- 20 Niedrigschmelzende Ausgangsmaterialien für die Einbettungsschicht 3, beispielsweise Magnesium und Magnesiumlegierungen, können direkt, insbesondere auf ein metallisches Trägermaterial mit einen höheren Schmelzpunkt, beispielsweise Titanblech, aufgeschmolzen werden. Dies erfolgt unter einer Argon – Schutzatmosphäre und gegebenenfalls unter herabgesetzten Druck. Das
- 25 Diamantpulver wird auf das verflüssigte Metall aufgebracht, beispielsweise aufgestreut und abgekühlt.

Eine andere Möglichkeit der Einbettung des Diamantpulvers und Bildung der Einbettungsschicht 3 besteht in der galvanischen Coabschneidung eines Metalls 30 bzw. einer Metalllegierung mit Diamantpulver aus wässriger Lösung, beispielsweise einer Zinklösung oder aus einer SalzsSchmelze, beispielsweise Titan aus einer Alkalosalzschmelze. Das Diamantpulver wird dabei durch Röhren in Suspension gehalten und dadurch quasi zufällig in das abgeschiedene Metall eingebettet.

Die zwischen den einzelnen Diamantpartikeln 5 bestehen bleibenden Stellen sind Stellen mit blanken Metalloberflächen der Einbettungsschicht 3, die mit der Lösung reagieren würden. Sie werden daher passiviert, sodass der Stromtransport ausschließlich oder überwiegend durch die Diamantpartikel 5 erfolgt. Für den

5 Oxidationsprozess kann ein wässriges Elektrolytbad verwendet werden, welches entsprechende Oxidationsmittel bzw. Peroxydbildner enthält. Besteht oder enthält die Einbettungsschicht 3 Magnesium, so kann zur Erzeugung einer besonders korrosions- und verschleißbeständigen Schutzschicht durch anodische Oxidation ein Elektrolytbad verwendet werden, welches gemäß der EP-B1-0 333 048 10 bis 80 g
10 pro Liter Borat- oder Sulfationen, 10 bis 70 g pro Liter Phosphationen und 5 bis 35 g pro Liter Fluoridionen und weniger als 100 g pro Liter Alkaliionen enthält und welches auf einen PH-Wert von 5 bis 11, vorzugsweise 7 bis 9, eingestellt ist. Dabei wird mit Gleichstrom bei steigender Spannung bis 400 Volt gearbeitet und der Gleichstrom kurzzeitig unterbrochen oder gegengepolzt. Bezuglich weiterer Details
15 zur Durchführung dieses bekannten Verfahrens wird auf die erwähnte Patentschrift verwiesen.

Weitere Anionen und / oder Kationen, welche die Ausbildung von dichten keramischen Schichten fördern, wie beispielsweise Aluminiumsalze können 20 während des Oxidationsprozesses in die sich bildende Oxidschicht eingebaut werden. Insbesondere solche Salze finden Verwendung, durch die die mechanische Festigkeit und die Isolationseigenschaften verbessert werden. Alternativ zur anodischen Oxidation ist auch eine chemische Oxidation möglich.

25 Die mechanische Festigkeit und / oder die Isolationseigenschaften können durch eine Versiegelung der Oxidschicht, etwa mittels wässriger Alkalisilikatlösungen, welche mit Kohlendioxid als schwacher Säure in den Poren ausfällt, verbessert werden. Die Aushärtung kann in kohlendioxidreicher Luft erfolgen. Vorab oder alternativ kann die gesamte Oberfläche der Elektrode durch Einbringen von
30 gelösten Metallsalzen mit oder ohne angelegtem Potential in eine Schicht mit keramischen Eigenschaften umgewandelt werden. Durch einen anschließenden Sinterprozess können die keramischen Eigenschaften noch weiter verbessert werden.

Eine typische Ausformung der Isolierschicht entspricht einer technischen Keramik wie Cordierit ($Mg_2Al_4Si_2O_{12}$). Cordierit ist ein Aluminium-Magnesium-Silikat, auf dessen Basis die Werkstoffgruppen C 410 sowie C 511, C 512, und C 520 aufbauen. Sie zeichnen sich durch besonders niedrige Wärmedehnung und damit verbunden durch eine sehr hohe Temperaturwechselbeständigkeit aus. Diese Eigenschaften werden für die bekanntesten Anwendungen als Automobil-Katalysatorträger und als hochwertiges feuерfestes Haushaltsgeschirr genutzt. Weitere Ausformungen lehnen sich an keramische Techniken an, welche auf der Verwendung von Sinterkorund (Al_2O_3) oder Yttriumoxid (Y_2O_3) basieren an. Im Sinne der chemischen Stabilität der Elektroden in verschiedenen Medien können die Keramiken auf den jeweiligen Anwendungszweck durch spezielle Elementzusammensetzungen zugeschnitten werden.

Da es sich bei den für die Einbettungsschicht eingesetzten Materialen zumindest teilweise um Metalle handelt, die zur Ausbildung einer nicht leitenden Oxidschicht befähigt sind, ist bei mechanischen Verletzungen der Elektrodenoberfläche ein gewisser Selbstheilungseffekt möglich. Dies ist vor allem dann günstig, wenn die Elektrode in der Anwendung als Anode geschalten ist, wie es bei der anodischen Oxidation bzw. der Trinkwasserdesinfektion der Fall wäre.

Schließlich sei noch erwähnt, dass keine Trägerschicht vorgesehen sein muss. Falls eine vorgesehen ist, kann diese auch beidseitig mit einer Einbettungsschicht mit Diamantpartikeln versehen werden.

5 PATENTANSPRÜCHE

10 1. Diamantelektrode mit synthetisch hergestellten, leitfähigen (dotierten) Diamanten,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie in die Oberfläche einer Metall- oder Metalllegierungsschicht eingebettete Diamantpartikel (5) aufweist, die eine leitfähige Verbindung zum
Metall bzw. der Metalllegierung herstellen.

15 2. Diamantelektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die an der Oberfläche der Elektrode zwischen den Diamantpartikeln (5) verbleibenden Stellen mit einer nicht leitenden Oxidschicht (4) versehen und derart passiviert sind.

20 3. Diamantelektrode nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die nicht leitende Oxidschicht (4) mit einer Versiegelungsschicht, beispielsweise einer Silikatschicht, bedeckt ist.

25 4. Diamantelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbettungsschicht (3) auf eine Schicht aus Trägermaterial (2) aufgebracht ist.

30 5. Diamantelektrode nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Trägermaterial (2) aus durch Oxide passivierten Metallen oder Metalllegierungen, insbesondere aus Titan, Aluminium oder aus Legierungen dieser Metalle, besteht.

6. Diamantelektrode nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Trägermaterial (2) auf ihrer Rückseite isoliert ist.

7. Diamantelektrode nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Trägermaterial (2) beidseitig mit einer eingebettete Diamantpartikel aufweisenden Diamantschicht versehen ist.

8. Diamantelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbettungsschicht (3) zumindest teilweise aus Elementen, die zur Ausbildung nicht leitender Oxide fähig sind, besteht.

9. Diamantelektrode nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbettungsschicht (3) zumindest ein Metall aus der Gruppe Magnesium, Aluminium, Titan, Yttrium, Zirkonium, Hafnium, Tantal, Vanadium und Zink enthält.

10. Diamantelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die in die Oberfläche der Einbettungsschicht (3) eingebetteten Diamantpartikel (5) insbesondere mit Bor oder Stickstoff dotiert sind.

11. Diamantelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngröße der Diamantpartikel (5) zwischen 1 bis 500 µm, insbesondere bis zu 200 µm , beträgt.

12. Diamantelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngröße der eingebetteten Diamantpartikel (5) im Wesentlichen übereinstimmt.

13. Verfahren zur Herstellung einer Diamantelektrode, dadurch gekennzeichnet, dass ein Pulver aus dotierten, synthetisch hergestellten Diamanten zumindest in die Oberfläche eines Metalls oder einer Metalllegierung derart eingebettet wird, dass eine leitfähige Verbindung zwischen dem Metall bzw. der

Metalllegierung und den Diamantpartikeln (5) entsteht.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass für die Einbettungsschicht (3) leitfähige Metalle oder Metalllegierungen verwendet werden, die zumindest teilweise aus zumindest einem zur Ausbildung nicht leitender Oxide fähigen Elementen besteht, wie Magnesium, Aluminium, Titan, Yttrium, Zirkonium, Hafnium, Tantal, Vanadium oder Zink.
5
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass als Ausgangsmaterial für die Einbettungsschicht (3) niedrigschmelzende Materialien, beispielsweise Magnesium oder eine Magnesiumlegierung, verwendet werden, welche auf einer insbesondere metallischen Trägerschicht (2) mit einem höheren Schmelzpunkt aufgeschmolzen werden, wobei das Diamantpulver bereits mit dem Pulver der Legierung vermengt ist oder anschließend auf das noch flüssige Metall aufgebracht wird und schließlich abgekühlt wird.
10
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Metall oder eine Metalllegierung mit Diamantpulver galvanisch abgeschieden wird, wobei eine wässrige Lösung oder eine Salzschmelze verwendet wird, in welcher das Diamantpulver durch Rühren oder dergleichen in Suspension gehalten wird und in das abgeschiedene Metall eingelagert wird.
20
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen den Diamantpartikeln (5) frei bleibenden Metallflächen bzw. –
25 stellen passiviert werden.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass zur Passivierung eine Oxidschicht mittels anodischer oder chemischer Oxidation erzeugt wird.
30
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die anodische Oxidation durch Gleichstrom, gepulsten Gleichstrom oder Wechselstrom mit überwiegender anodischer Phasendauer durchgeführt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung der anodischen Oxidation insbesondere wässrige Lösungen verwendet werden, welche in Kombination Borat-, Sulfat-, Phosphat-, und Fluoridionen enthalten.

5

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxidationslösungen gepuffert werden.

10

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxidschicht versiegelt wird.

15

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxidschicht mit wässrigem Silikat nachbehandelt wird, welches an kohlendioxidreicher Luft ausgehärtet wird.

20

24. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche durch Eindringen von gelösten Metallsalzen, mit oder ohne angelegtem Potential, in eine Schicht mit Eigenschaften einer technischen Keramik, wie Cordierit oder Sinterkorund, umgewandelt wird.

25

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass leitfähiges oder halbleitfähiges Diamantenpulver verwendet wird.

25

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel des Diamantpulvers eine Korngröße von 1 bis 500 µm, insbesondere von bis zu 200 µm, aufweisen.

30

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel des Diamantpulvers mit Bor oder Stickstoff dotiert sind.

022250

14

5 ZUSAMMENFASSUNG

10 Die Erfindung betrifft eine Diamantelektrode mit synthetisch hergestellten, leitfähigen (dotierten) Diamanten. Die Oberfläche weist in eine Metall- oder Metalllegierungsschicht eingebettete Diamantpartikel (5) auf, die eine leitfähige Verbindung zum Metall bzw. der Metalllegierung herstellen.

A1018/2002

022250

Urtext

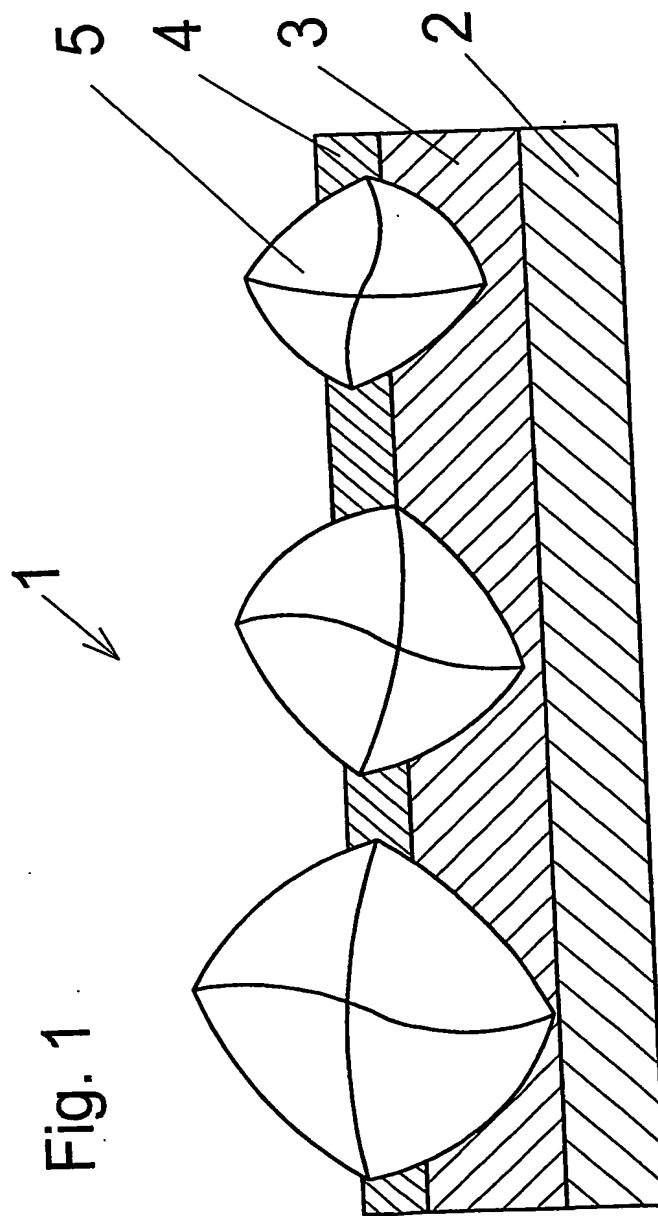


Fig. 1